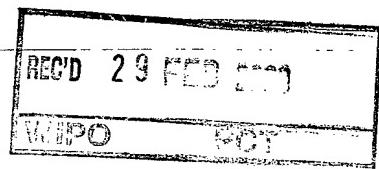


**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

4



DE 99/4125

**Bescheinigung**

Die Siemens Aktiengesellschaft in München/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur Herstellung eines flachen Lichtleitermoduls"

am 29. Dezember 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole G 02 B, F 21 V und G 09 F der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 15. Februar 2000

**Deutsches Patent- und Markenamt**

**Der Präsident**

Im Auftrag

Aktenzeichen: 198 60 697.4

Holz

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Beschreibung

## Verfahren zur Herstellung eines flachen Lichtleitermoduls

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines Lichtquellenelements nach den Patentansprüchen 1 oder 3, und ein Lichtquellenelement gemäß Patentanspruch 7, insbesondere für die Hinterleuchtung von Flüssigkristall-Displays.
- 10 Bei der Hinterleuchtung von Flüssigkristall-Displays besteht eine wichtige Aufgabe darin, die Flüssigkristall-Anzeigefläche mit einer möglichst homogenen monochromen oder polychromen Lichtstrahlung ausreichend hoher Leuchtdichte auszuleuchten. Dazu muß die aus einer oder mehreren Lichtquellen emittierte Lichtstrahlung einerseits möglichst homogen auf die Anzeigefläche verteilt werden, wobei andererseits die Verluste möglichst minimiert werden sollten.
- 15

In der EP-0 500 960 ist ein flächiges Lichtquellenelement beschrieben, welches zur Hinterleuchtung bei einem Flüssigkristall-Display eingesetzt werden soll. Bei diesem Lichtquellenelement ist an einer Stirnseitenfläche als einer Lichteinfallsfläche eines transparenten Lichtwellenleiters eine Lichtquelle angeordnet. Eine zu der Lichteinfallsfläche senkrechte Oberfläche des Lichtwellenleiters dient als eine Lichtaustrittsfläche und auf der dieser Lichtaustrittsfläche gegenüberliegenden Oberfläche des Lichtwellenleiters ist eine lichtreflektierende Schicht angeordnet. Ferner ist ein Streuglied derart angeordnet, daß das aus der Lichtaustrittsfläche austretende Licht diffus gestreut wird. Die Homogenisierung der Lichtstrahlung über die Fläche des Lichtquellenelements wird nun dadurch erreicht, daß eine oder beide Oberflächen des Lichtwellenleiters aufgerauhte Abschnitte und ebene Abschnitte aufweisen und das Flächenverhältnis der aufgerauhten zu den ebenen Abschnitten entlang dem Wellenleiter kontinuierlich verändert wird. Die ebenen Abschnitte haben die Eigenschaft, daß Lichtstrahlen von ihnen aufgrund von Totalre-

flexion in den Wellenleiter zurückreflektiert werden, während an den aufgerauhten Abschnitten die Lichtstrahlen gestreut werden. Da an der Lichteintrittsseite des Lichtwellenleiters die Leuchtdichte zunächst relativ hoch ist, wird dort ein relativ hoher Anteil an ebenen Flächen eingestellt, so daß sich die Lichtwellen in diesem Bereich mit einer relativ hohen Wahrscheinlichkeit durch mehrfache Totalreflexion in dem Wellenleiter fortbewegen werden. Dieser Flächenanteil an ebenen Abschnitten wird im Verlauf des Wellenleiters kontinuierlich zurückgeführt, so daß die Lichtstrahlung mehr und mehr an dem zunehmenden Anteil an aufgerauhten Flächen gestreut werden kann. Dadurch gelingt es, eine relativ gleichmäßige Ausgangsstrahlung an der Lichtaustrittsfläche des Lichtquellenelements zu erzeugen.

15

Bei der beschriebenen Anordnung wird als lichtreflektierende Schicht nach der Herstellung des Lichtwellenleiters eine Folie oder ein Film mit einer aufgedampften metallischen Schicht auf die der Lichtaustrittsfläche gegenüberliegende Oberfläche des Lichtwellenleiters aufgebracht. Diese Vorgehensweise der Aufbringung der Folie erweist sich jedoch als relativ umständlich, da die Folie in der Regel auf die Oberfläche des Lichtwellenleiters aufgeklebt werden muß. Zu diesem Zweck muß ein Kleber verwendet werden, der nach Möglichkeit für einen weiten Wellenlängenbereich des sichtbaren Spektralbereichs ausreichende Transparenz aufweisen sollte, da das Lichtquellenelement nicht nur für die Hinterleuchtung von Flüssigkristall-Displays mit Weißlichtquellen sondern auch zur monochromen Hinterleuchtung mit LEDs beliebiger Wellenlänge verwendbar sein sollte.

Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines flächigen Lichtquellenelement, insbesondere zur Hinterleuchtung von Flüssigkristall-Displays anzugeben, welches einerseits möglichst kostengünstig ist und andererseits eine hohe Leuchtdichte des Lichtquellenelements ermöglicht.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Lösung dieser Aufgabe zeichnet sich in einer ersten Ausführungsform dadurch aus, daß die Aufbringung der reflektierenden Folie praktisch mit der Herstellung des Lichtwellenleiters kombiniert wird. Der Lichtwellenleiter wird nämlich durch Spritzgußtechnik hergestellt, indem ein transparenter Kunststoff in eine Form oder einen Hohlraum einer Spritzgußapparatur eingespritzt wird. Diese Form wird vorher an der Bodenfläche und mindestens einem Teil der Seitenflächen mit der Folie ausgelegt. Beim Aushärteten nach dem Spritzgießen des Kunststoffs haftet die Folie an dem Lichtwellenleiter an.

In einer zweiten Ausführungsform wird die Folie durch ein Tiefziehverfahren hergestellt und anschließend an dem Lichtwellenleiter angebracht. Vorzugsweise wird dabei eine Bodenfläche und mindestens eine Seitenfläche aufweisende Folie in einstückiger Form hergestellt und der Lichtwellenleiter anschließend darin eingesetzt. Die einstückige Folie kann beispielsweise in der Form eines wattenförmigen Kanals hergestellt werden, in den der Lichtwellenleiter eingeschoben werden kann.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen in den Zeichnungen näher beschrieben. In den Zeichnungen zeigen:

30

Fig.1 eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäß hergestellten flächigen Lichtquellenelements;

Fig.2 einen Querschnitt durch das Lichtquellenelement der Fig.1 entlang der Linie II-II.

35

Fig.3 eine Teilansicht einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäß hergestellten flächigen Lichtquellenelements;

In der Fig.1 ist eine perspektivische Ansicht einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäß hergestellten Lichtquellenelements 10 dargestellt, wie es beispielsweise zur Hinterleuchtung eines Flüssigkristall-Displays verwendet werden kann.

Das Kernstück des Lichtquellenelements 10 ist ein flächiger, quaderförmiger Lichtwellenleiter 1, der im Prinzip aus jedem transparenten Material, z.B. aus einem thermoplastischen Gießharz wie Acrylharz oder Polycarbonatharz geformt werden kann. Falls das Lichtquellenelement nach der ersten Ausführungsform der Erfindung hergestellt werden soll, muß das Material ein spritzgußfähiges Material sein.

Das in diesen Lichtwellenleiter 1 eingekoppelte Licht wird homogen über die rechteckige Fläche verteilt und einer (nicht dargestellten) Anzeigefläche eines Flüssigkristall-Displays zugeführt. An der der Lichtaustrittsfläche 1A gegenüberliegenden Oberfläche 1B sowie an den Seitenflächen 1C und 1D ist eine Folie 4 aufgebracht, durch die die auftreffende Lichtstrahlung in den Lichtwellenleiter 1 diffus zurückreflektiert wird. Die Lichteinkopplung erfolgt durch mindestens eine Lichtquelle 5, die vor mindestens einer der Stirnseitenflächen 1E oder 1F des Lichtquellenelements 10 angeordnet sind. Die Lichtquelle 5 ist beispielsweise eine Halbleiter-Lichtemissionsdiode (LED) für eine monochrome Hinterleuchtung des Flüssigkristall-Display. Besonders vorteilhaft ist die Verwendung von miniaturisierten LEDs, die in SMT-Technik (surface mounted technique) montiert werden können und beispielsweise unter den Marken SIDELED® und MinISIDELED® bekannt geworden sind. Durch die Verwendung einer derartigen Lichtquelle mit einem sehr flachen Lichtwellenleiter kann ein sehr flaches Lichtquellenelement (Lichtleitermodul) hergestellt werden. Als Lichtquelle kann aber im Prinzip auch eine Weißlichtquelle wie eine Halogenleuchte oder dergleichen verwendet werden.

In der ersten Ausführungsform wird der Lichtwellenleiter 1 im Spritzguß hergestellt, wobei die Anbringung der Folie 4 gleichzeitig erfolgt. Dazu wird eine Spritzgußapparatur verwendet, welche eine Form enthält, die der gewünschten Form des Lichtwellenleiters 1 entspricht, also im Ausführungsbeispiel die Form eines flachen Quaders aufweist. Diese Form, also im wesentlichen die Bodenfläche und die Längsseitenflächen wird vor dem Spritzguß mit der Folie 4 ausgelegt. Dabei kann die Folie beispielsweise als endloser Folienstreifen durch die Spritzgußapparatur gezogen und durch Unterdruck in die Form angesaugt werden. Beim Schließen der Apparatur wird die Folie abgetrennt. Dann wird der Spritzguß mit dem Kunststoffmaterial durchgeführt. Nach dem Aushärten der Kunststoffmasse in der Gußform haftet die Folie 4 an dem Lichtwellenleiter 1 und dieser kann aus der Spritzgußapparatur entnommen werden.

Gewünschtenfalls kann die Folie 4 an allen Seitenflächen der Gußform ausgelegt werden. In jedem Fall muß dafür gesorgt werden, daß an den Stellen, an denen Lichtquellen 5 angeordnet werden sollen, entweder keine Folie vorgesehen ist oder in eine vorhandene Folie Öffnungen von ausreichender Größe in die Folie 4 geformt werden, durch die die Lichtstrahlung der Lichtquellen 5 in den Lichtwellenleiter 1 eintreten kann.

Gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die Folie 4 in einem Tiefziehverfahren hergestellt. Vorausgesetzt wird die Folie 4 mit der Bodenfläche und den Seitenflächen einstückig hergestellt. Die Folie kann dann z.B. als ein wannenförmiger Kanal vorliegen, in den der Lichtwellenleiter 1 eingeschoben werden kann.

Die Folie kann im wesentlichen aus einem Polycarbonat bestehen, welches mit weißer Farbe beschichtet oder bedruckt ist. Sie kann auch aus einem Mehrschichtenaufbau aus einer Polycarbonatschicht, einer Aluminiumschicht und der weißen Farbschicht bestehen.

- Die Homogenisierung der Leuchtdichte wird im Prinzip ebenso wie bei der EP-A-0 500 960 mit einem veränderlichen Flächenverhältnis aus lichtstreuenden und ebenen Flächen herbeige-  
5 führt, die auf der Lichtaustrittsfläche 1A und/oder der dieser gegenüberliegenden Oberfläche 1B des Lichtwellenleiters 1 oder auf beiden geformt sind. In der Figur 2 sind lediglich beispielhaft in die Lichtaustrittsfläche 1A des Lichtwellenleiters 1 geformte lichtstreuende Flächen 6 und ebene Flächen  
10 7 angedeutet. Das Flächenverhältnis der ebenen Flächen 7 zu den lichtstreuenden Flächen 6 hängt von der Leuchtdichte an dem jeweiligen Ort in dem Lichtwellenleiter 1 ab. In Gebieten relativ hoher Leuchtdichte im Lichtwellenleiter 1 wird ein relativ hohes Flächenverhältnis eingestellt, während dieser  
15 Anteil in Gebieten relativ niedriger Leuchtdichte niedrig eingestellt wird. Für die Form der lichtstreuenden Flächen 6 gibt es mehrere Möglichkeiten. Eine besonders einfache Herstellungsweise ist das Erzeugen aufgerauhter Bereiche durch Abschmirlgeln der jeweiligen Oberfläche. An den Stellen, an  
20 denen eine geringe Leuchtdichte vorhanden ist, wird die Fläche vergleichsweise intensiv geschmirlgt, um das auftreffende Licht zur Streuung zu bringen. Die lichtstreuenden Bereiche 6 können aber auch z.B. kleine Erhebungen sein, die in gezielter Weise als Punktmatrix auf die Oberfläche aufgebracht werden. Die Dichteverteilung in der Punktmatrix kann beispielsweise durch ein Simulationsprogramm ermittelt werden, in welches im wesentlichen die Dimensionen des Lichtwellenleiters 1 und die Orte und Intensitäten der Lichteinkopplung sowie die Reflexionsverhältnisse eingegeben werden.  
30
- Zur Herstellung eines Flüssigkristall-Displays wird ein Flüssigkristallelement oberhalb der Lichtaustrittsfläche 1A mittels Abstandshaltern an das Lichtquellenelement befestigt.
- 35 In der Fig.3 ist eine Teilansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Lichtquellenelements 20 perspektivisch dargestellt.

Dieses enthält einen Lichtwellenleiter 21, der an einem Ende  
einen über die Stirnseitenfläche vorkragenden, mit der Licht-  
austrittsfläche 23 fluchtenden Vorsprung 21A aufweist. Unter-  
5 halb des Vorsprungs 21A ist eine Lichtquelle 25 angeordnet,  
so daß durch den Vorsprung 21A der Raum oberhalb der Licht-  
quelle 25 zusätzlich genutzt wird. Somit wird die Fläche des  
Lichtquellenelements 20 und somit die nutzbare Anzeigefläche  
des Flüssigkristall-Display vergrößert. Zusätzlich zu der Bo-  
10 denfläche und den Seitenflächen wird die der Lichtquelle 25  
zugewandte Fläche des Vorsprungs 21A ebenfalls mit der Folie  
24 bedeckt. Dadurch können unerwünschte Lichterscheinungen  
wie z.B. sogenannte "hot spots", wie sie häufig in dem Be-  
reich des Lichtwellenleiters unmittelbar oberhalb der Licht-  
15 quelle auftreten, vermieden werden.

Zur Herstellung eines Lichtquellenelements 20 wie in Fig.3  
muß für die erste Ausführungsform die Gußform der Spritzguß-  
apparatur eine entsprechende komplementäre Form aufweisen.  
20 Für die zweite Ausführungsform muß ein entsprechendes Tief-  
ziehverfahren zur Herstellung der Folie 24 angewandt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Lichtquellenelements, mit den Verfahrensschritten

- 5 - Herstellen eines Lichtwellenleiters im Spritzgußverfahren, wobei
- eine dafür vorgesehene Form einer Spritzgußapparatur auf ihrer Bodenfläche und mindestens einem Teil der Seitenflächen mit einer Licht reflektierenden oder diffus rückstreuenden Folie ausgelegt wird,
  - 10 - ein transparenter Kunststoff in den Hohlraum eingespritzt wird, und
  - der Lichtwellenleiter nach dem Aushärten entnommen wird,
  - 15 - Anordnen mindestens einer Lichtquelle an mindestens einer Seitenfläche des Lichtwellenleiters.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß

- die Folie in der Form der Spritzgußapparatur an allen Seitenflächen ausgelegt wird und
- vor dem Anordnen der mindestens einen Lichtquelle entsprechende Öffnungen in die Folie für den Durchtritt der Lichtstrahlung geschaffen werden.

3. Verfahren zur Herstellung eines Lichtquellenelements, mit den Verfahrensschritten

- Herstellen eines Lichtwellenleiters,
- Herstellen einer Licht reflektierenden oder diffus rückstreuenden Folie, die eine Bodenfläche und mindestens eine Seitenfläche umfaßt, durch ein Tiefziehverfahren,
- 30 - Anbringen der Folie an dem Lichtwellenleiter,
- Anordnen mindestens einer Lichtquelle an mindestens einer Seitenfläche des Lichtwellenleiters.

35 4. Verfahren nach Anspruch 3,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß

- vor dem Anordnen der mindestens einen Lichtquelle entsprechende Öffnungen in die Folie für den Durchtritt der Lichtstrahlung geschaffen werden.

5 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
- die Folie mit weißer Farbe beschichtet oder bedruckt ist.

10 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
- die Folie Polycarbonat enthält.

15 7. Lichtquellenelement (10, 20), mit  
- einem Lichtwellenleiter (1, 21), der  
- eine Lichtaustrittsfläche (1A, 21A) aufweist,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
- auf der der Lichtaustrittsfläche (1A, 21A) gegenüberliegenden Oberfläche (1B) des Lichtwellenleiters (1, 21) und  
auf mindestens einem Teil der die Lichtaustrittsfläche  
20 (1A, 21A) und die gegenüberliegende Oberfläche verbindenden Seitenflächen (1C, 1D) des Lichtwellenleiters (1, 21)  
eine Licht reflektierende oder diffus rückstreuende Folie  
(4, 24) geformt ist,  
- an mindestens einer Seitenfläche (1E, 1F) mindestens eine  
Lichtquelle (5, 25) angeordnet ist.

30 8. Lichtquellenelement nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
- gegebenenfalls eine oder mehrere Öffnungen in die Folie  
(4, 24) für den Durchtritt der Lichtstrahlung geformt sind.

35 9. Lichtquellenelement (20) nach Anspruch 7 oder 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
- der Lichtwellenleiter (21) einen über eine Seitenfläche vorkragenden, mit der Lichtaustrittsfläche (23) fluchtenden Vorsprung (21A) aufweist,

— unter welchem die mindestens eine Lichtquelle (25) angeordnet ist.

10. Lichtquellenelement (20) nach Anspruch 9,  
5 dadurch gekennzeichnet, daß  
- die der Lichtquelle (25) zugewandte Fläche des Vorsprungs  
(21A) ebenfalls mit der Folie (24) bedeckt ist.

11. Lichtquellenelement (10, 20) nach einem der vorhergehenden  
10 Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß

- die Folie mit weißer Farbe beschichtet oder bedruckt ist.

12. Lichtquellenelement (10, 20) nach einem der vorhergehenden  
15 Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß

- die Folie Polycarbonat enthält.

---

**Zusammenfassung****Verfahren zur Herstellung eines flachen Lichtleitermoduls**

5 Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur einfachen und kostengünstigen Herstellung eines Lichtquellenelements (10, 20) mit integriertem Reflektor (4, 24). Das Lichtquellenelement enthält im wesentlichen einen Lichtwellenleiter (1, 21), der nach einer ersten Ausführungsform in Spritzgußtechnik gefertigt wird. Dabei wird in die Form der Spritzgußapparatur, d.h. im wesentlichen auf die Bodenfläche und entlang mindestens einer Seitenfläche eine lichtreflektierende Folie (4, 24) eingelegt. Dann wird der Spritzguß ausgeführt, wobei nach dem Aushärten der Kunststoffmasse die Folie (4, 24) an der 10 Oberfläche des Lichtwellenleiters haften bleibt. In einer zweiten Ausführungsform wird die Folie in einem Tiefziehverfahren hergestellt.

15

(Fig.1 zu veröffentlichen mit der Zusammenfassung)

---

5 Bezugszeichenliste

1	Lichtwellenleiter
1A	Lichtaustrittsfläche
1B	Oberfläche
10	1C Längsseitenfläche
	1D Längsseitenfläche
	1E Seitenfläche
	1F Seitenfläche
4	<u>Folie</u>
15	5 Lichtquelle
	6 aufgerauhte Fläche
	7 ebene Fläche
	10 Lichtquellenelement
	20 Lichtquellenelement
20	24 Folie
	25 Lichtquelle

113

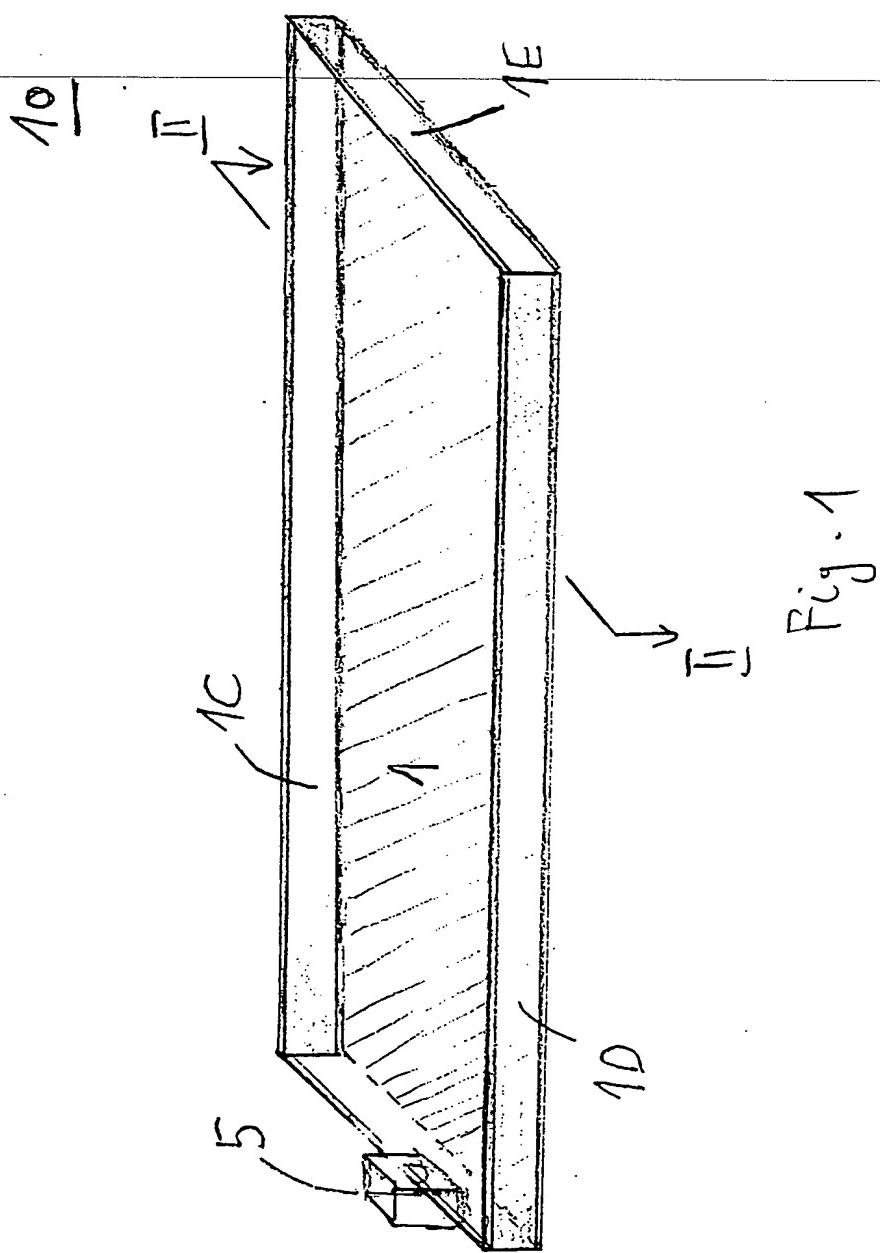
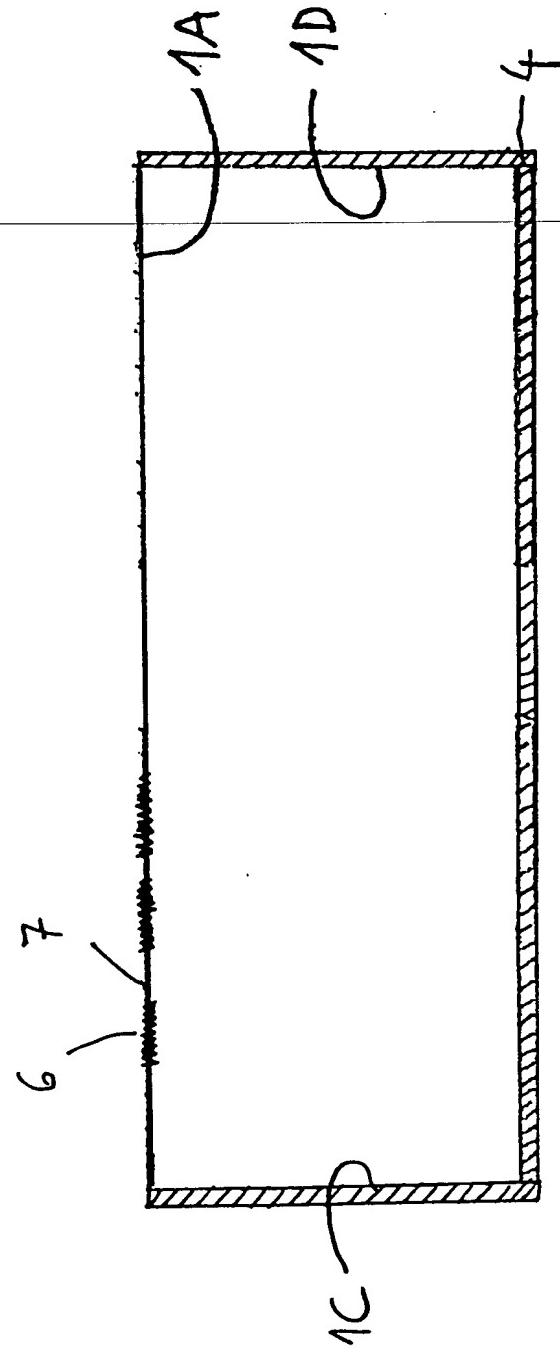


Fig. 1

Fig. 2

10



213

3 / 3

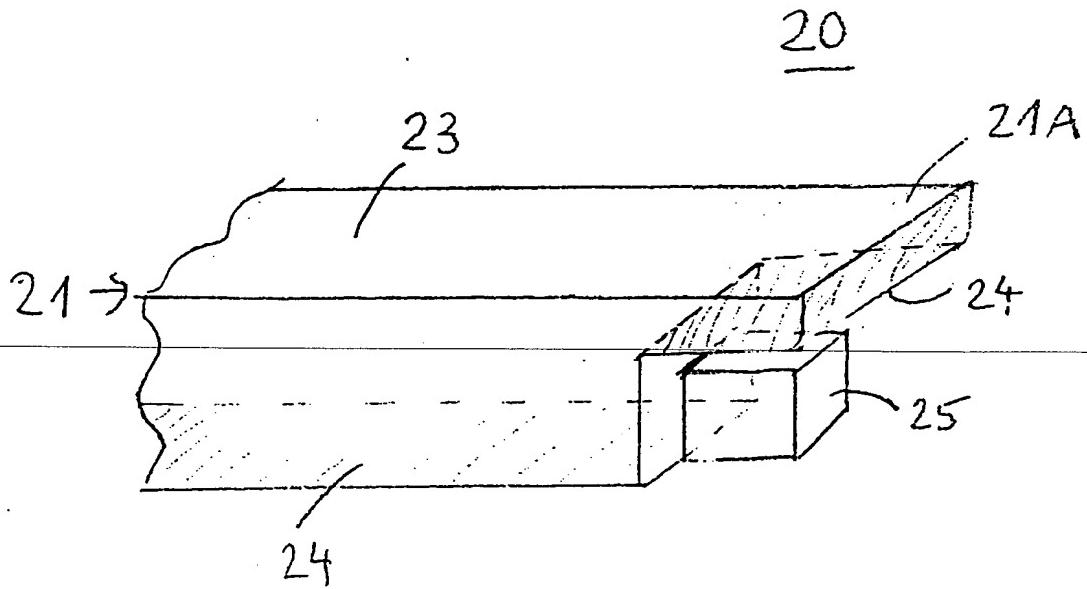


Fig - 3